

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
14 décembre 2006 (14.12.2006)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2006/131672 A2

(51) Classification internationale des brevets :
F02D 41/40 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2006/050523

(22) Date de dépôt international : 6 juin 2006 (06.06.2006)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0505769 7 juin 2005 (07.06.2005) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : PEU-
GEOT CITROËN AUTOMOBILES SA. [FR/FR];
Route de Gisy, F-78140 Velizy Villacoublay (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
CHEMISKY, Jean-Pierre [FR/FR]; 1, rue Barbès,
F-92400 Courbevoie (FR). GIMBRES, David [FR/FR];
Domaine des Violettes, 29, rue Jean Mermoz, F-94510 La
Queue en Brie (FR).

(74) Mandataire : MENES, Catherine; PSA Peugeot Citroën,
18, rue des Fauvelles, F-92250 La Garenne Colombes (FR).

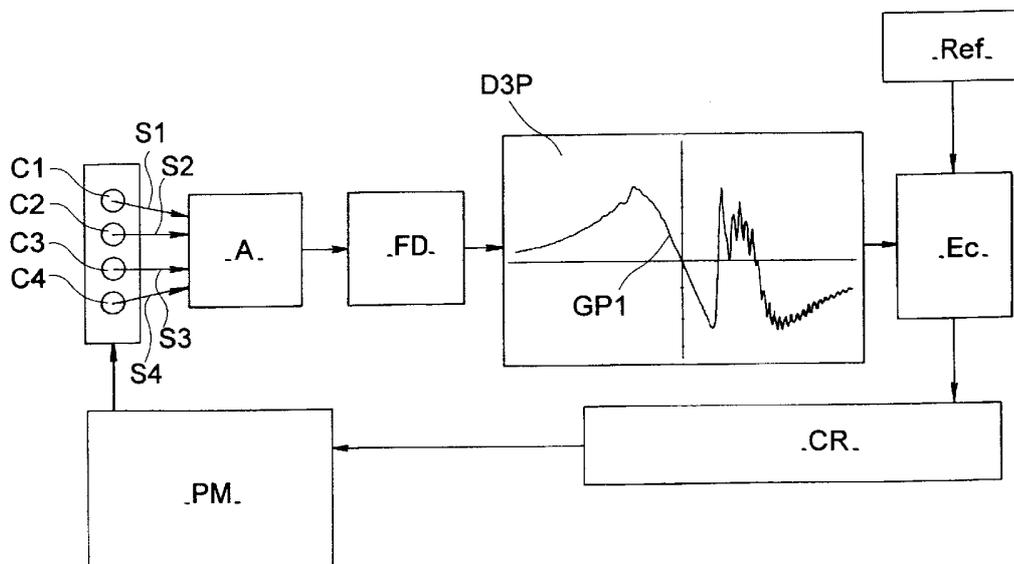
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT,
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR NOISE REDUCTION OF AN INJECTION DIESEL ENGINE

(54) Titre : PROCEDE DE REDUCTION DU BRUIT D'UN MOTEUR DIESEL A INJECTION



(57) Abstract: The invention concerns a method for noise reduction of an injection diesel engine (M), in particular in transient state. The method consists in: determining a noise index based on a pressure signal (S1-S4) derived from a sensor, said signal providing an instantaneous pressure of the combustion chamber (C1-C4) of the engine (M) during an engine cycle; determining a difference value (Ec) between the noise index (Ib) and a predetermined reference value (Ref); modifying at least one parameter to reduce said difference (Ec) if said difference is greater than a predetermined threshold value. The invention is applicable in particular to diesel engines.

[Suite sur la page suivante]

WO 2006/131672 A2

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de réduction du bruit d'un moteur diesel (M) à injection, en particulier en régime transitoire. Le procédé consiste à : déterminer un indice de bruit à partir d'un signal de pression (S1-S4) issu d'un capteur, ce signal donnant une pression instantanée d'une chambre de combustion (C1-C4) du moteur (M) durant un cycle de moteur ; déterminer une valeur d'écart (Ec) entre l'indice de bruit (Ib) et une valeur de référence (Ref) prédéterminée ; modifier au moins un paramètre d'injection pour diminuer cet écart (Ec) si cet écart (Ec) est supérieur à une valeur seuil prédéterminée. L'invention s'applique notamment aux moteurs Diesel.

PROCEDE DE REDUCTION DU BRUIT D'UN MOTEUR DIESEL A INJECTION

La présente invention revendique la priorité de la
demande française 0505769 déposée le 07/06/2005 dont le
5 contenu (description, revendications, dessins) est
incorporé ici par référence.

L'invention concerne un procédé pour réduire le
bruit généré par un moteur thermique à injection tel
qu'un moteur diesel de véhicule automobile.

10 Dans le domaine des moteurs à injection, tels que
les moteurs Diesel, le niveau de bruit de combustion est
conditionné par les paramètres d'injection qui sont
généralement choisis pour répondre à un compromis entre
différents impératifs.

15 Le choix des paramètres d'injection est fait par
exemple à partir de séries de tests réalisés sur banc
d'essai, et qui permettent de déterminer pour chaque
régime du moteur testé, des paramètres offrant un
compromis optimal, par exemple entre niveau de pollution
20 et niveau de bruit de combustion. Ces paramètres
d'injection sont par exemple la quantité de carburant
injectée, ou bien l'avance de l'injection.

Compte tenu des conditions sur banc d'essai, le
choix des paramètres d'injection est réalisé
25 principalement à régime et charge stabilisés du moteur de
sorte que ces paramètres sont satisfaisants en régime
stabilisé, c'est à dire par exemple lorsque le véhicule
roule à vitesse constante.

Cependant, ces paramètres ne sont pas entièrement
30 satisfaisants en régime transitoire, par exemple
lorsqu'une accélération importante est demandée. Dans ce
cas le moteur génère un niveau de bruit de combustion
bien plus élevé qu'en régime stabilisé, pour une même
vitesse de rotation et une même charge.

35 D'autre part, au cours de la vie du moteur, les
caractéristiques de compression et/ou les
caractéristiques des injecteurs de chaque chambre de

combustion évoluent par exemple du fait de l'encrassement des injecteurs. Mais les paramètres d'injection restent ceux qui ont été choisis initialement de sorte qu'un tel moteur produit un bruit de plus en plus important au fur et à mesure qu'il vieillit.

Le but de l'invention est de proposer un procédé pour réduire le niveau de bruit de combustion d'un moteur thermique, notamment en régime transitoire.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour réduire le bruit généré par un moteur thermique à injection, consistant à :

- déterminer un indice de bruit à partir d'un signal de pression issu d'un capteur, ce signal donnant une pression instantanée d'une chambre de combustion du moteur durant un cycle de moteur ;

- déterminer une valeur d'écart entre l'indice de bruit et une valeur de référence prédéterminée ;

- modifier au moins un paramètre d'injection pour diminuer cet écart si cet écart est supérieur à une valeur seuil prédéterminée.

Les paramètres d'injection sont ainsi contrôlés en boucle fermée et en temps réel, ce qui minimise le bruit de combustion y compris lorsque le moteur est en régime transitoire. Durant le vieillissement du moteur, les paramètres d'injection sont aussi modifiés en fonction des conditions réelles dans lesquelles le moteur fonctionne.

Selon une caractéristique de l'invention, sur détection d'un écart, au moins un paramètre d'injection est modifié pour le cycle moteur suivant.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le procédé consiste à déterminer un indice de bruit et un écart pour chaque chambre de combustion du moteur, et à modifier au moins un paramètre d'injection de chaque chambre de combustion ayant un écart supérieur à la valeur seuil.

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'indice de bruit est déterminé par application d'un traitement de dérivation au signal généré par le capteur de pression, et par détermination de la différence entre
5 la valeur du gradient de pression lorsque ce gradient de pression atteint un maximum local subséquent à une injection et la valeur du gradient de pression lors de cette injection.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le
10 procédé est appliqué à un moteur à injections multiples incluant une injection dite pilote et un injection dite principale, et dans lequel l'indice de bruit est déterminé sur la base de l'injection pilote et/ou sur la base de l'injection principale.

15 Selon une autre caractéristique de l'invention, les paramètres d'injection modifiés sont l'avance d'injection, et/ou la quantité de carburant injectée pour chaque injection, et/ou la pression d'injection, et/ou l'ajout d'une injection supplémentaire.

20 La figure 1 est une illustration du procédé selon l'invention sous forme de schéma-bloc ;

La figure 2 est un premier diagramme de pression à régime stabilisé ;

25 La figure 3 est un second diagramme de pression d'un premier cycle transitoire ;

La figure 4 est un troisième diagramme de pression d'un second cycle transitoire ;

La figure 5 est un quatrième diagramme de pression d'un troisième cycle transitoire ;

30 La figure 6 est un cinquième diagramme de pression d'un douzième cycle transitoire ;

La figure 7 est un sixième diagramme de pression d'un cinquantième cycle transitoire quasi-stabilisé.

35 La figure 1 montre sous forme de schéma bloc le procédé selon l'invention appliqué à un moteur M à quatre chambres de combustion, chaque chambre de combustion

étant équipée d'un capteur de pression correspondant, repérés respectivement par C1, C2, C3 et C4.

Chaque capteur C1-C4 produit un signal S1-S4 représentatif de la pression instantanée de la chambre de combustion à laquelle il est dédié. Les quatre signaux de pression S1-S4 sont reçus en A, par exemple sur une carte électronique d'acquisition.

Dans l'exemple de la figure 1, les quatre signaux sont déphasés et additionnés ou moyennés de manière à constituer un signal unique représentatif de la pression instantanée dans une chambre de combustion en fonction de l'angle de l'arbre moteur.

Un traitement de filtrage et de dérivation est ensuite appliqué, au bloc FD, au signal généré par la carte électronique à l'étape A, de manière à lisser ce signal et à obtenir la valeur instantanée du gradient de pression.

Le traitement de filtrage est par exemple réalisé par un filtre passe-bas d'ordre supérieur à deux, et ayant une fréquence de coupure qui varie en fonction du régime du moteur. Le traitement de dérivation peut être mis en œuvre au moyen d'une carte électronique ou analogique.

Le signal obtenu après le traitement appliqué en FD est représenté au bloc D3P, par une courbe GP1 représentative de la valeur du gradient de pression en fonction de l'avancement du cycle de combustion, au voisinage du ou des points d'injection.

Le bloc repéré par D3P est une étape de détermination d'un indice de bruit Ib durant le dernier cycle moteur, sur la base des valeurs de pression qui ont été prises durant ce cycle. Différents calculs peuvent être envisagés dans cette étape pour déterminer l'indice de bruit.

Avantageusement, l'indice de bruit est la différence entre deux valeurs de gradient de pression GP1 résultant d'une injection. Cet indice de bruit vaut alors

la différence entre le gradient de pression GP1 lorsque ce gradient atteint un premier maximum local après l'injection, et le gradient de pression à l'instant de l'injection considérée.

5 La détection de ce maximum local peut consister à détecter une annulation de la dérivée première ou seconde de la courbe GP1.

Dans le cas d'un moteur à injection multiple, l'injection considérée pour le calcul de l'indice de
10 bruit Ib peut être une injection dite pilote, ou bien une injection dite principale. Mais l'indice de bruit peut aussi être déterminé à partir d'une combinaison des différences de gradients correspondant à plusieurs injections ayant lieu durant un même cycle.

15 Dans l'étape suivante, l'indice de bruit Ib déterminé en D3P est comparé avec une valeur de référence Ref pour déterminer un écart Ec par rapport à cette valeur de référence. La valeur de référence utilisée provient avantageusement d'un ensemble de valeurs encore
20 appelé cartographie du moteur qui donne différentes valeurs de références correspondant à différentes conditions de fonctionnement du moteur.

Si l'écart entre la valeur courante de l'indice de bruit Ib et la valeur de référence Ref est trop
25 important, les paramètres d'injection sont modifiés au bloc CR, ces modifications étant appliquées au moteur dès le cycle moteur suivant, ce qui est représenté par le bloc PM.

Dans l'exemple représenté sur cet organigramme, les
30 signaux S1-S4 issus de chaque capteur sont d'abord réunis au bloc A de manière à constituer un signal unique représentatif de la moyenne des pressions dans les différentes chambres de combustion du moteur à chaque instant du cycle. Si l'écart Ec est trop important, les
35 paramètres d'injection sont modifiés pour toutes les chambres de combustion.

Mais le procédé selon l'invention peut avantageusement consister à traiter les chambres de combustion indépendamment les unes des autres. Dans ce cas, les étapes de traitement consistent à déterminer un indice de bruit I_b et un écart E_c pour chaque chambre de combustion du moteur, et à modifier au moins un paramètre d'injection de chaque chambre de combustion ayant un écart E_c supérieur à la valeur seuil.

Ainsi, les différences des caractéristiques de compression des différentes chambres de combustion et/ou de fonctionnement de chaque injecteur sont prises en compte pour diminuer le bruit de combustion de l'ensemble du moteur. En particulier, l'écart de comportement d'une chambre de combustion particulièrement bruyante par rapport aux autres durant le transitoire peut être corrigée sans perturber le fonctionnement des autres chambres de combustion.

Les figures 2 à 7 sont des diagrammes du gradient de pression pour différents cycles d'un régime transitoire qui correspond à un véhicule moyen de gamme Diesel, partant d'un régime stabilisé à 70km/h, et auquel est demandée une accélération pleine charge, de façon brutale.

Ces diagrammes de pression sont ceux d'un véhicule pour lequel les paramètres d'injection ne sont pas modifiés durant le régime transitoire, ce qui permet de mettre en évidence les corrections qu'il convient d'appliquer, conformément à l'invention, pour remédier à cette situation.

La figure 2 comprend une courbe représentative d'un régime stabilisé initial. Les figures 3 à 5 donnent les courbes de gradient de pression durant les trois cycles moteur qui suivent la demande d'accélération. La figure 6 donne le gradient de pression pour le douzième cycle suivant la demande d'accélération, et la figure 7 donne le gradient de pression durant le cinquantième cycle suivant l'accélération brutale, ce cinquantième cycle

correspondant sensiblement à un nouveau régime stabilisé du moteur.

Chaque diagramme comprend deux courbes repérées par GP1 et GP2, qui sont chacune représentative de la pression dans une chambre de combustion correspondante
5 durant un intervalle de temps situé autour des injections. Ces courbes GP1, GP2 qui illustrent le gradient de pression dans le moteur sont plus particulièrement la dérivée de la pression de la chambre
10 de combustion par rapport à l'angle de rotation du moteur.

Le cas de figure qui est illustré dans ces diagrammes correspond à un moteur à injections multiples comprenant une injection pilote Ipil suivie d'une
15 injection principale Ipal. L'injection pilote consiste en l'injection d'une faible quantité de carburant réalisée quelques millisecondes avant l'injection principale. Elle a pour effet de faire diminuer le gradient de pression dans la chambre de combustion, notamment pour réduire le
20 bruit de combustion.

Dans la figure 2 qui montre un diagramme de gradient à régime stabilisé, une injection pilote repérée par Ipil provoque une précombustion qui augmente d'abord sensiblement le gradient de pression jusqu'à un premier
25 maximum local. Suite à l'atteinte de ce maximum local, le gradient de pression décroît de façon importante jusqu'à ce que soit déclenchée l'injection principale repérée par Ipal, ce qui provoque la combustion du carburant accompagnée d'une augmentation significative du gradient
30 de pression jusqu'à un second maximum local repéré par Mpal.

L'indice de bruit, noté Ib correspond ici à la différence entre la valeur du gradient de pression au moment de l'injection principale et au moment où est
35 atteint le maximum Mpal subséquent. L'injection pilote qui a un effet marqué dans le diagramme de la figure 2

modifie les conditions dans la chambre de combustion, ce qui tend à réduire la valeur de I_b .

Comme visible sur la figure 2, les allures des deux courbes GP1 et GP2 sont similaires dans ce premier
5 diagramme.

Figure 3, une demande d'accélération pleine charge vient d'être appliquée au moteur. Dans ce cas, l'effet de l'injection pilote est beaucoup plus faible que dans le diagramme de la figure 2, du fait qu'il s'agit d'un
10 régime transitoire, pour lequel les paramètres d'injection ne sont par conséquent pas optimaux. En particulier, l'effet de l'injection pilote est quasiment inexistant dans le cas de la courbe GP1, ce qui conduit à une valeur de l'indice de bruit I_b bien supérieure au cas
15 du diagramme de la figure 1.

Les diagrammes des figures 4 et 5 montrent de façon analogue les courbes de gradient de pression des deux cycles suivants, dans lesquelles l'effet de l'injection pilote est toujours très faible, ce qui conduit à des
20 valeurs d'indice de bruit I_b d'autant plus importantes.

Le diagramme de la figure 6 montre quant à lui le douzième cycle moteur après le cycle moteur de la figure 2. Le véhicule a alors accéléré significativement, de sorte qu'il s'agit d'un régime transitoire moins marqué
25 que pour les trois premiers cycles. En conséquence, l'effet de l'injection pilote est à nouveau perceptible, ce qui conduit à nouveau à une valeur d'indice de bruit I_b réduite, de façon analogue au cas de la figure 1.

Le diagramme de la figure 7 qui correspond au
30 cinquantième cycle suivant la demande d'accélération pleine charge correspond à une situation dans laquelle le véhicule se rapproche d'un nouveau régime stabilisé. Il s'ensuit que l'effet de l'injection pilote est à nouveau pleinement perceptible, de telle sorte que cette
35 injection pilote permet de réduire significativement la valeur de l'indice de bruit I_b , comme dans le cas de la figure 2.

Comme visible dans les figures 3 à 5, l'allure de la courbe de gradient de pression est très différente de ce qu'elle devient ensuite, alors que la demande en carburant reste sensiblement identique.

5 Plus particulièrement, durant le début du régime transitoire, l'effet de l'injection pilote est quasi inexistant, de sorte que l'auto-inflammation de la combustion suivant l'injection principale est d'autant plus violente, ce qui est à l'origine d'un bruit de
10 combustion plus important que dans les autres cas.

Ce défaut peut avantageusement être rectifié en modifiant les paramètres d'injection en fonction de l'écart E_c entre l'indice de bruit I_b et la valeur de référence, conformément à l'invention.

15 Cette modification consiste à agir en temps réel sur les paramètres d'injection, par exemple en augmentant la quantité de carburant introduite lors de l'injection pilote lorsque l'indice de bruit est trop important, c'est-à-dire lorsque son écart E_c est supérieur à une
20 valeur seuil prédéterminée. L'augmentation de la quantité de carburant introduite par l'injection pilote peut être obtenue par augmentation de la durée d'injection.

La modification des paramètres d'injection en cas d'indice de bruit trop important peut encore consister à
25 modifier en temps réel la valeur de l'avance ou séparation angulaire entre l'injection pilote et l'injection principale afin de la diminuer. De façon analogue, cette modification des paramètres d'injection peut encore consister à introduire une injection pilote
30 intermédiaire intervenant entre l'injection pilote normale et l'injection principale.

Comme indiqué plus haut, selon l'invention, les modifications des paramètres d'injection en boucle fermée sont réalisées en temps réel, ce qui signifie que la
35 valeur de l'indice de bruit I_b durant un cycle moteur est prise en compte pour modifier les paramètres d'injection durant le cycle moteur suivant.

Ce contrôle en boucle fermée a pour effet de ramener l'indicateur de bruit Ib à une valeur nominale de façon sensiblement instantanée, afin d'éviter que le moteur ne génère un bruit important.

- 5 Avantageusement, la valeur de référence Ref à laquelle est comparé l'indice de bruit Ib à chaque cycle est issue d'une cartographie de combustion donnant une valeur de référence pour chaque condition de fonctionnement du moteur.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour réduire le bruit généré par un moteur thermique (M) à injection, consistant à :

5 - déterminer à chaque cycle moteur un indice de bruit (Ib) à partir de différentes valeurs prises durant ce cycle moteur par un signal (GP1, GP2) issu d'un capteur de pression (C1-C4) d'une chambre de combustion du moteur (M) ;

10 - déterminer une valeur d'écart (Ec), pour le cycle moteur considéré, entre l'indice de bruit (Ib) et une valeur de référence (Ref) prédéterminée ;

- modifier au moins un paramètre d'injection pour le cycle moteur suivant, afin de diminuer cet écart (Ec)
15 si cet écart (Ec) est supérieur à une valeur seuil prédéterminée.

2. Procédé selon la revendication 1, consistant à déterminer un indice de bruit (Ib) et un écart (Ec) pour chaque chambre de combustion (C1-C4) du moteur (M), et à
20 modifier au moins un paramètres d'injection de chaque chambre de combustion (C1-C4) ayant un écart (Ec) supérieur à la valeur seuil prédéterminée.

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'indice de bruit (Ib) est
25 déterminé par application d'un traitement de dérivation (FD) au signal (S1-S4) généré par le capteur de pression, et par détermination de la différence entre la valeur du gradient de pression (GP1, GP2) lorsque ce gradient de pression (GP1, GP2) atteint un maximum local (Mpal)
30 subséquent à une injection et la valeur du gradient de pression lors de cette injection (Ipil, Ipal).

4. Procédé selon la revendication 3, appliqué à un moteur à injections multiples incluant une injection dite pilote et un injection dite principale, et dans lequel
35 l'indice de bruit (Ib) est déterminé sur la base de l'injection pilote (Ipil) et/ou sur la base de l'injection principale (Ipal).

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les paramètres d'injection modifiés sont l'avance d'injection, et/ou la quantité de carburant injectée pour chaque injection, et/ou la
5 pression d'injection, et/ou l'ajout d'une injection supplémentaire.

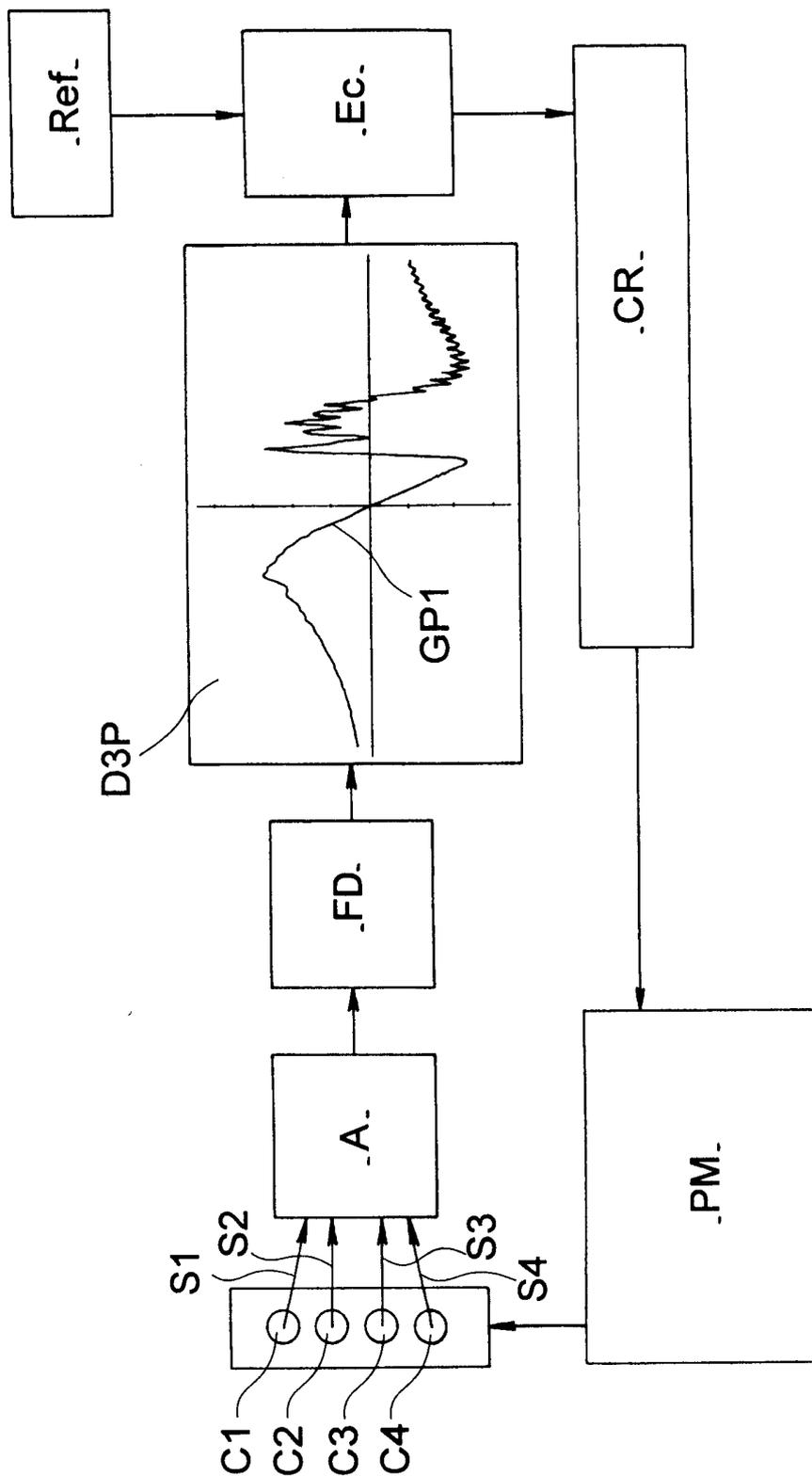


FIG. 1

FIG. 2

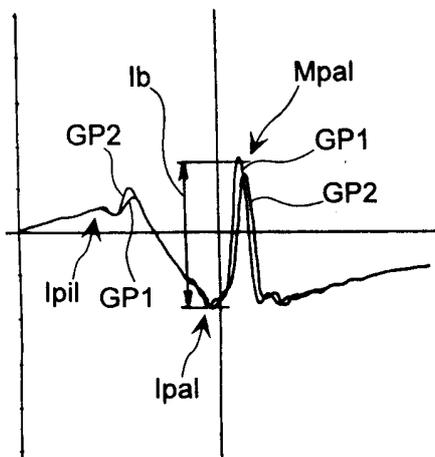


FIG. 3

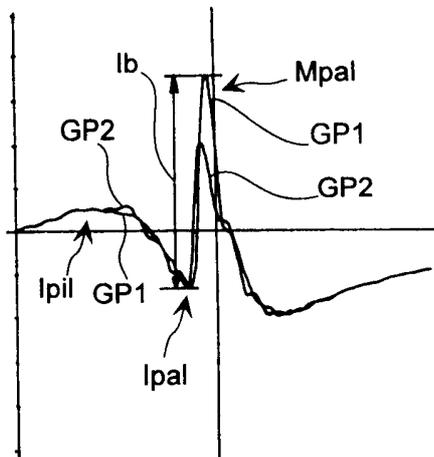


FIG. 4

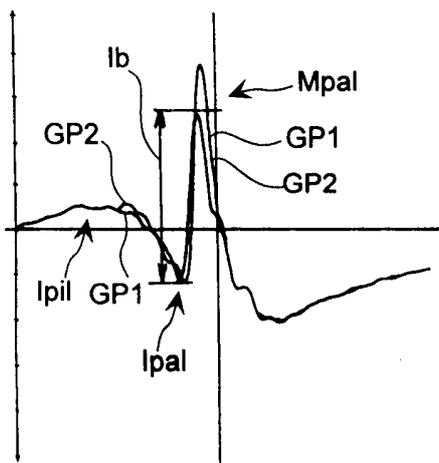


FIG. 5

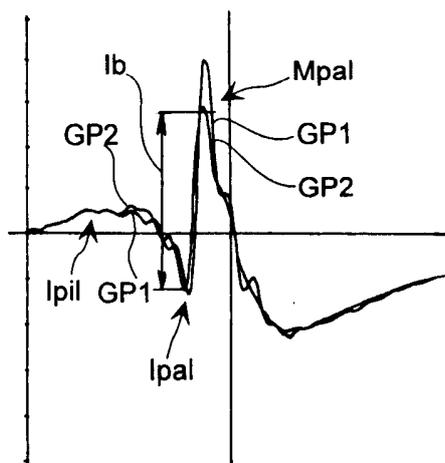


FIG. 6

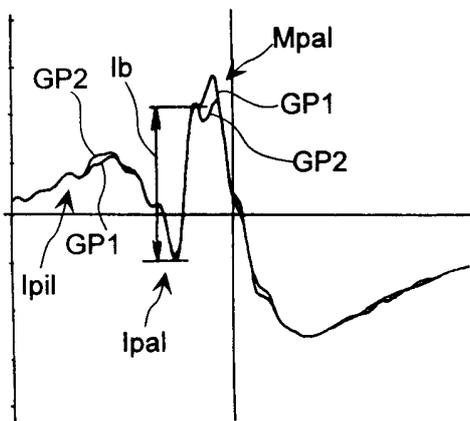


FIG. 7

